

2

① 日本国特許庁 (JP)

① 実用新案出願公告

② 実用新案公報 (Y 2) 昭 58-16073

⑤ Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

② 公告 昭和 58 年 (1983) 4 月 1 日

G 08 C 19/02

7187-2 F

(全 4 頁)

1

2

④ 抵抗・電気信号変換装置

① 実 願 昭 51-178082

② 出 願 昭 51(1976)12 月 28 日

③ 公 開 昭 53-94165

④ 昭 53(1978)8 月 1 日

⑦ 考 案 者 田 向 稔

武蔵野市中町 2 丁目 9 番 32 号

株式会社横河電機製作所内

⑦ 出 願 人 株式会社横河電機製作所

武蔵野市中町 2 丁目 9 番 32 号

⑦ 代 理 人 弁理士 小沢 信助

⑤ 実用新案登録請求の範囲

3 線式の抵抗体と、この抵抗体に電流を供給する手段と、前記抵抗体の基準電位点に接続されている導線以外の他の 2 本の導線の端子にそれぞれ生ずる電圧またはこれに関連する電圧が演算抵抗を介して差動的に加えられる演算増幅器と、この演算増幅器の出力により抵抗値が変化する可変抵抗素子と、この可変抵抗素子に電流を供給する手段と、前記可変抵抗素子の抵抗値に応じた電圧を演算抵抗を介して前記演算増幅器に加える手段とを有し、前記演算抵抗を選択して 3 線式抵抗体の抵抗値を 2 線式の可変抵抗素子の抵抗値に変換するとともに、この可変抵抗素子の抵抗値を利用して直線化を行なうようにしたことを特徴とする抵抗・電気信号変換装置。

考案の詳細な説明

本考案は、例えば測温抵抗体や半導体ストレインゲージ等の抵抗体に電流を流すことによつて生ずる電圧を検出して抵抗変化を電気信号に変換する抵抗・電気信号変換装置に関するものである。

一般にこの種の抵抗・電気信号変換装置においては、抵抗体が遠隔の測定点に配置されており、交換用の電気回路とは導線によつて結ばれ導線の抵抗が抵抗体の抵抗と直列になるため、導線抵抗の

値が抵抗体の抵抗値に対して無視できなくなると変換結果に誤差を生ずる。したがつて従来種々の手段が抵抗体の導線抵抗の影響を除去するために提案されているが、最近のように抵抗体の抵抗値変化の非直線性を補正するために抵抗体に流す電流を抵抗値変化に応じて変える場合には、導線抵抗の影響を除去することが容易ではなかつた。そして直線化のための動作も導線抵抗の影響を受けスパン誤差の原因となり高精度なものを得ることが困難であつた。さらに抵抗体が危険場所に配置される場合には変換回路を本質安全防爆回路とする必要があり、従来は例えば特願昭 46-42842 号に示されているように直線化のための演算抵抗を電流制限抵抗として用いなければならず構成が複雑となる欠点があつた。

本考案は、上述のごとき欠点のない新規な抵抗・電気信号変換装置を提供するものである。

以下図面により本考案装置を抵抗体として白金測温抵抗体を用いた実施例につき詳細に説明する。

第 1 図は本考案装置の一実施例を示す接続図である。図において、 $R_t$  は 3 線式の測温抵抗体で、 $l_1, l_2, l_3$  はその導線を、A, B, C はその端子を表わしている。 $OP_1 \sim OP_4$  は各々演算増幅器、 $R_{b1} \sim R_{b3}$  は各々バリヤ抵抗、 $R_1 \sim R_{13}$  は各々抵抗、 $E_s$  は基準の直流電源、VR は可変抵抗素子で、フオートカブラ PC が例示されている。フオートカブラ PC は発光素子 CD と受光素子 CR を有し、発光素子 CD に流れる電流に応じて受光素子 CR の抵抗値  $R_o$  が変化する。

測温抵抗体  $R_t$  には、演算増幅器  $OP_2$  の入力インピーダンスが十分に大きいので、点 P → バリヤ抵抗  $R_{b1}$  → 端子 A → 導線  $l_1$  → 測温抵抗体  $R_t$  → 導線  $l_3$  → 端子 C → バリヤ抵抗  $R_{b3}$  → 基準電位点なる経路で電流  $i_1$  が供給されている。よつて点 P に生ずる電圧  $e_1$  および測温抵抗体  $R_t$  の端子 B に生ずる電圧  $e_2$  は、第 4 図の等価回路図に示すように、導

2 SK046

YF02 1704B 3/50.54

3

線  $l_1, l_2, l_3$  の抵抗値をそれぞれ  $r_1, r_2, r_3$  とすれば、(1)式および(2)式で与えられる。

$$e_1 = (Rb_1 + r_1 + Rt + r_3 + Rb_3) i_1 \quad (1)$$

$$e_2 = (r_3 + Rb_3) i_1 \quad (2)$$

点 P に生ずる電圧  $e_1$  が演算増幅器  $OP_1$  の入力端子(-)に抵抗  $R_1, R_2$  で分圧された後加えられ、測温抵抗体  $R_t$  の端子 B に生ずる電圧  $e_2$  がバリヤ抵抗  $R_{b2}$  を介して演算増幅器  $OP_2$  の入力端子(+)に加えられる。演算増幅器  $OP_2$  は抵抗  $R_5, R_6$  により分圧帰還が施されており、その出力  $e_3$  は次式で与えられる。

$$e_3 = (1 + \frac{R_5}{R_6}) e_2 \quad (3)$$

演算増幅器  $OP_2$  の出力  $e_3$  が抵抗  $R_3$  を介して演算増幅器  $OP_1$  の入力端子(+)に加えられる。演算増幅器  $OP_1$  の出力は抵抗  $R_7$  を介してフオートカブラ PC の発光素子 CD に与えられる。フオートカブラ PC の受光素子 CR には電流  $i_2$  が供給されており、その両端電圧  $e_o$  が演算増幅器  $OP_1$  の入力端子(+)に抵抗  $R_4$  を介して加えられている。  $OP_1$  は可変抵抗素子 VR であるフオートカブラ PC の受光素子 CR の抵抗値を  $R_o$  とすると、 $e_1$  および  $e_3$  との間で(4)式の関係が成立するように動作する。

$$\frac{e_3 - \frac{R_2}{R_1 + R_2} e_1}{R_3} + \frac{R_o i_2 - \frac{R_2}{R_1 + R_2} e_1}{R_4} = 0$$

よつて、抵抗  $R_1, R_2, R_3, R_4$  の値を等しく選べば、可変抵抗素子 VR の抵抗値  $R_o$  は、

$$R_o = \frac{e_1 - e_3}{i_2} \quad (5)$$

となり、電圧  $e_1, e_3$  の差に比例したものとなる。

(5)式に(1)式、(2)式、(3)式を代入すると、 $R_o$  は

$$R_o = \frac{(Rt + r_1 - \frac{R_5}{R_6} r_3 + Rb_1 - \frac{R_5}{R_6} Rb_3) i_1}{i_2}$$

となる。そして測温抵抗体  $R_t$  の導線  $l_1, l_2, l_3$  の抵抗値はほとんど等しく  $r_1 = r_2 = r_3 = r$  であり、またバリヤ抵抗  $R_{b1}, R_{b2}, R_{b3}$  の抵抗値も等しく選ばれており、 $R_{b1} = R_{b2} = R_{b3} = R_b$  であるので、

(6)式は(7)式の如く表わすことができる。

$$R_o = \frac{i_1}{i_2} \left\{ Rt + (r + Rb) (1 - \frac{R_5}{R_6}) \right\} \quad (7)$$

4

ここで、演算増幅器  $OP_2$  の帰還回路の抵抗  $R_5, R_6$  の抵抗値を等しくすれば、 $R_o$  は

$$R_o = \frac{i_1}{i_2} Rt \quad (8)$$

となり、可変抵抗素子 VR の抵抗値  $R_o$  は測温抵抗体  $R_t$  の抵抗値と電流の比  $i_1 / i_2$  のみに比例し、導線の抵抗  $r$  およびバリヤ抵抗  $R_b$  の影響を受けない。すなわち演算増幅器  $OP_1, OP_2$  と演算抵抗  $R_1 \sim R_6$  を用いて 3 線式測温抵抗体  $R_t$  の抵抗値のみを 2 線式の可変抵抗素子 VR の抵抗値  $R_o$  に変換している。

一方演算増幅器  $OP_3$  は、直流電圧  $E_s$  および抵抗  $R_8, R_9, R_{10}$  とによりフオートカブラ PC の受光素子 CR に電流  $i_2$  を流すための電流源を形成し、かつ CR の両端電圧  $e_o$  が入力端子(+)に加えられているので、出力電流  $i_2$  は、

$$i_2 = \frac{R_9 E_s}{R_8 R_{10} - R_9 R_o} \quad (9)$$

となり、可変抵抗素子 VR であるフオートカブラ PC の受光素子 CR の抵抗値  $R_o$  が大きくなる程増加する。また演算増幅器  $OP_4$  は抵抗  $R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}, R_{15}$  とともに、前記電流  $i_2$  を検出し、測温抵抗体  $R_t$  に流す電流  $i_1$  に変換する電流/電流変換回路を構成しており、抵抗  $R_1, R_2$  の抵抗値を信号源の測温抵抗体  $R_t$ 、バリヤ抵抗  $R_b$  および導線の抵抗値  $r$  より充分に大きく選べば、抵抗  $R_{15}$  を流れる電流が測温抵抗体  $R_t$  を流れる電流  $i_1$  となる。抵抗  $R_{15}$  を流れる電流すなわち  $i_1$  は、

$$i_1 = \frac{(R_{12} R_{13} - R_{11} R_{14}) e_1 + R_{10} R_{14} (R_{11} + R_{13}) i_2 + (R_{11} R_{14} - R_{12} R_{13}) e_o}{R_{11} R_{15} (R_{12} + R_{14})} \quad (10)$$

となる。ここで、抵抗  $R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}$  の抵抗値を等しく選べば、 $i_1$  は

$$i_1 = \frac{R_{10}}{R_{15}} i_2 \quad (11)$$

となり、 $i_2$  に比例した電流となる。

よつて、可変抵抗素子 VR であるフオートカブラ PC の受光素子 CR の両端に生ずる出力電圧  $e_o$  は、(8)式、(9)式および(11)式より、

$$e_o = R_o i_2 = K \cdot \frac{R_t}{1 - K R_t} E_s \quad (12)$$

$$\text{ただし、} K = \frac{R_9}{R_8 R_{15}}$$

5

となり、測温抵抗体Rtの抵抗値が大きくなる程増加率が上がる。したがって、Kの値を選ぶことによって温度に対して直線的に増加する出力電圧 $e_o$ を得ることができる。このように可変抵抗素子VRの抵抗値変化を利用して直線化を行うようにしているので、導線の抵抗 $r$ およびバリヤ抵抗 $R_b$ の影響を受けずスパン誤差がなくなる。また3個のバリヤ抵抗を測温抵抗体Rtの各導線に直列に接続することによって本質安全防爆回路を構成でき、直線化のための演算回路の抵抗値に何ら制限を受けず、全体構成が簡単になる。

なお、上述では可変抵抗素子VRに流す電流 $i_2$ をその抵抗値 $R_o$ に応じて変化させる場合を示したが、第2図に示すように可変抵抗素子VRには一定電流 $i_2$ を流し、測温抵抗体Rtに可変抵抗素子VRの抵抗値 $R_o$ に応じて変化する電流

$$i_1 (= \frac{R_o + R_{10}}{R_{15}} i_2)$$

を流すようにしてもよい。また第2図においては、測温抵抗体Rtの端子Aをバリヤ抵抗 $R_{b3}$ を介して基準電位点に接続し、端子Cをバリヤ抵抗 $R_{b1}$ を介して点Pに接続するとともに、点Pに生ずる電圧 $e_1$ を抵抗 $R_1$ を介して演算増幅器OP<sub>1</sub>の入力端子(−)に加え、端子Bに生ずる電圧 $e_2$ をバリヤ抵抗 $R_{b2}$ を介して演算増幅器OP<sub>1</sub>の入力端子(+)に加え、また可変抵抗素子VRの両端電圧 $e_o$ を抵抗 $R_4$ を介して演算増幅器OP<sub>1</sub>の入力端子(−)に加え、かつ抵抗 $R_1$ 、 $R_4$ の抵抗値を等しく選ぶことによって、2線式の可変抵抗素子VRの抵抗値 $R_o$ を3線式測温抵抗体Rtの抵抗値のみに比例させている。またフオートカブラPCとして2個の受光素子CR、CR'を用いて、一方を帰還用、他方を出力用としてもよい。この場合第3図に示すように、受光素子CRに電流 $i_2$ を流す電流源とCR'に電流 $i_3$ を流

6

す電流源を別にすれば、入出力間の絶縁ができ、また測温抵抗体Rtおよび受光素子CRにはそれぞれ一定の電流 $i_1$ 、 $i_2$ を流し、受光素子CR'にその抵抗値 $R_o$ に応じて変化する電流 $i_3 (= R_{17}Es'/R_{16}R_{18} - R_oR_{17})$ を流すようにして直線化を行なってもよい。さらに第3図においては、受光素子CRに流れる電流 $i_2$ を測温抵抗体Rtに流れる電流 $i_2$ とは逆極性にするにより、測温抵抗体Rtの接続を第1図と同じで演算増幅器OP<sub>2</sub>を省略してある。なお上述では、可変抵抗素子VRとしてフオートカブラPCを例示したが、電界効果トランジスタ等必要に応じて他の素子を用いることができる。また抵抗体としては白金測温抵抗体以外の測温抵抗体や半導体ストレングージ等を用いることができる。さらに本質安全防爆回路を構成する必要がないときはバリヤ抵抗 $R_{b1}$ 、 $R_{b2}$ 、 $R_{b3}$ を省略できることは言うまでもない。

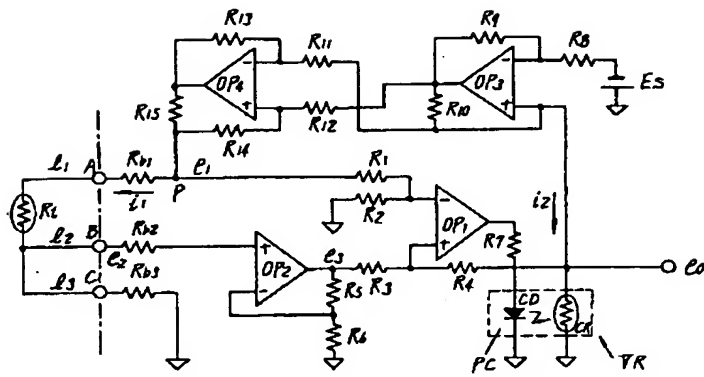
以上説明したように本考案においては、3線式の抵抗体の抵抗値を2線式の可変抵抗素子の抵抗値に変換し、この可変抵抗素子の抵抗値を利用して直線化を行なうようにしているので、抵抗体の導線抵抗やバリヤ抵抗の影響を受けずに直線化を行なうことのできる新規な抵抗・電気信号変換装置を簡単な構成で実現できる。

#### 図面の簡単な説明

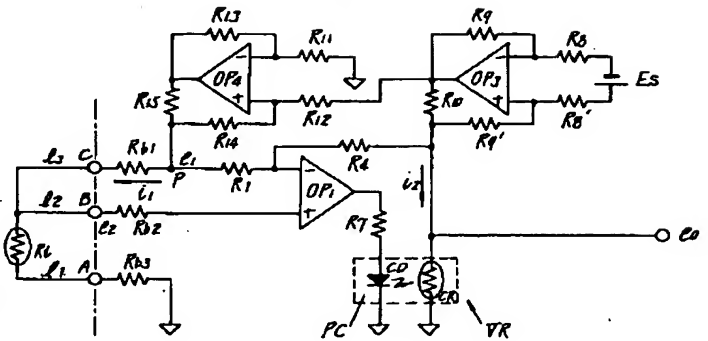
第1図は本考案装置の一実施例を示す接続図、第2図および第3図は本考案装置の他の実施例を示す接続図、第4図は本考案装置の動作説明のための等価回路図である。

Rt……抵抗体、VR……可変抵抗素子、OP<sub>1</sub>～OP<sub>4</sub>……演算増幅器、 $R_1$ ～ $R_{18}$ ……抵抗、 $R_{b1}$ ～ $R_{b3}$ ……バリヤ抵抗、 $Es$ 、 $Es'$ ……直流電源、PC……フオートカブラ。

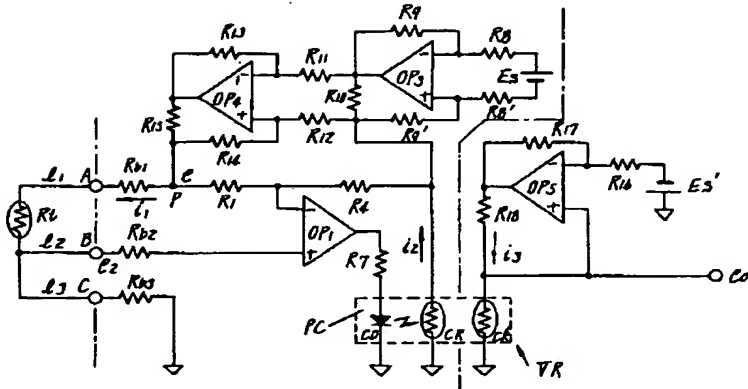
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

